

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑩ DE 42 34 017 A 1

⑤1 Int. Cl.⁵:
H 02 K 29/00
H 02 K 9/06
F 04 D 25/06
// H02K 1/06

⑳ Aktenzeichen: P 42 34 017.9
㉑ Anmeldetag: 9. 10. 92
㉒ Offenlegungstag: 15. 4. 93

DE 42 34 017 A 1

㉓ Innere Priorität: ㉔ ㉕ ㉖
12.10.91 DE 91 12 708.4

㉗ Anmelder:
Papst-Motoren GmbH & Co KG, 7742 St Georgen, DE

㉘ Erfinder:
Amrhein, Wolfgang, Dr., 7744 Erdmannsweiler, DE;
Burgbacher, Martin, 7742 St Georgen, DE

㉙ Außenläufermotor

DE 42 34 017 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Außenläufermotor nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Zu solchen Motoren gehört ein oszillierendes erregendes Feld (sogenannte zweipulsige Motoren), wobei je 360° el. zwei erregende Strompulse die Wicklung durchfließen. Ferner gehört zu solchen Motoren im allgemeinen eine etwa trapezförmige Magnetisierung des permanent magnetischen Rotors (in Drehrichtung über einer Polteilung), wobei die Pollücken zwischen den Rotorpolen klein sind. Diese Verhältnisse sind in der DE-PS 23 46 380 vorbeschrieben.

Ein Motor dieser eingangs genannten Art ist in der DE-OS 31 49 766 weitergebildet, wobei dieser zweipulsige Motor mit Reluktanzhilfsmoment weiterverbessert werden soll. Der Luftspalt bei derartigen Motoren ist über einer Polteilung in Drehrichtung abnehmend, bzw. hat zumindest abnehmende Zonen über einer Polteilung des Stators.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, derartige Motoren vor allem im Sinne der Massenfertigung und des Wirkungsgrades bzw. des Drehmomentes weiter zu verbessern.

Diese Motoren sind oft als sogenannte Außenläufermotoren ausgebildet, wie das aus den genannten Schriften schon bekannt ist. Auch zeigt die DE-OS 31 49 766 bereits einen topfförmigen Außenrotor, der hier insbesondere als tiefgezogenes Weicheisenteil im wesentlichen wie eine Rotorglocke ausgebildet ist. Auf der zylindrischen Innenwand dieser tiefgezogenen Rotorglocke sind die umlaufenden Permanentmagnete des Rotors befestigt. Bei einem derartigen Motor ist auch eine intensive Kühlung nötig, vor allem für die im allgemeinen auf der offenen Seite der Rotorglocke angeordnete Motorelektronik; jedoch benötigt auch das Lagersystem eine gute Kühlung bzw. erbringt diese eine lange Lebensdauer.

Ersichtlich ist diese intensive Kühlung nicht von der Art des Motors an sich abhängig. Außerdem gibt es bei Außenläufermotoren bereits Kühlungslösungen diverser Art, siehe die DE-PS 9 69 793 oder die DE-PS 22 29 671, wo im Bereich einer Außenrotorglocke Lüftungsmaßnahmen vorgesehen sind.

Die Aufgabe wird mit den Mitteln des Anspruchs 1 gelöst, und die Unteransprüche bilden die Erfindung weiter. Zum Teil haben diese Maßnahmen selbständige Bedeutung.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Figuren für Ausführungsbeispiele beschrieben.

Weitere Einzelheiten und vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus dem im folgenden beschriebenen und in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiel sowie aus den Unteransprüchen. Es zeigt

Fig. 1 ein axialer Schnitt durch die Rotationsachse eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Außenläufermotors,

Fig. 2 eine Draufsicht auf einen Schnitt gemäß Linie II-II der Fig. 1,

Fig. 2a einen Schnitt gemäß Linie IIa-IIa der Fig. 2,

Fig. 3 eine Draufsicht auf einen Statorblechausschnitt mit zugehörigem Rotorsektor, der beim Motor nach der Fig. 1 verwendet wird, etwa 4 : 1 vergrößert,

Fig. 4 einen kompletten Blechschnitt analog Fig. 3, in natürlicher Größe und gegenüber Fig. 3 spiegelverkehrt dargestellt,

Fig. 5 eine Draufsicht gemäß Linie V-V der Fig. 1,

Fig. 6 Schaubilder zur Erläuterung der Erfindung.

Fig. 1 zeigt etwa in natürlicher Größe einen Außenläufermotor 10 mit einer tiefgezogenen Rotorglocke 11 aus Stahl, die in ihrer Mitte über eine Buchse 12 mit einer Welle 13 verbunden ist, welche letztere innerhalb des Motors 10 in Lagern 14 gelagert ist.

In die Innenseite 15 der Rotorglocke 11 ist ein Magnetring 16 eingeklebt. Der Magnetring 16 ist radial magnetisiert und hat 10 Pole, vgl. Fig. 3, in der zwei Rotorpole dargestellt sind. Die Pollücken des Rotormagneten 16 sind mit 17 bezeichnet und können leicht geschrägt sein; Fig. 3 zeigt eine ungeschrägte Pollücke 17.

Die Rotorpole haben jeweils eine etwa trapezförmige Magnetisierung, und die Pollücken 17 sind schmal und haben jeweils eine Breite im Bereich von etwa 5...20° el., d. h. bei den Rotorpolen ist der Bereich mit etwa konstanter Induktion groß, wie das im DBP 23 46 380 ausführlich beschrieben ist.

Das Statorblechpaket 18 ist — außer am Luftspalt 19 — z. B. mit Kunststoff so umspritzt, daß sich Wickelkörper bilden, und in diese sind zehn Statorwicklungen eingewickelt, von denen in Fig. 3 nur die Wicklungsquerschnitte 23, 24 des einen Statorpols der Fig. 3 sichtbar sind. Die Wicklungen sind so geschaltet, wie das Fig. 1 des DBP 23 46 380 oder die Bilder 2 und 3 des Aufsatzes von Müller "Zweipulsige kollektorlose Gleichstrommotoren" in der Zeitschrift "asr-digest für angewandte Antriebstechnik", Heft 1—2/1977, zeigen. Pro Rotordrehung von 360° el. werden also der Wicklung zwei Stromimpulse zugeführt, die typisch jeweils eine Dauer von weniger als 180° el. haben, so daß Lücken im elektromagnetischen Antriebsmoment entstehen. Diese Lücken werden durch ein Reluktanzmoment gefüllt, wie das Fig. 6 im Bereich der Stellen 91 zeigt. Um unnötige Längen zu vermeiden, wird zu diesen Punkten ausdrücklich auf die genannten Veröffentlichungen verwiesen.

Die Drehrichtung des Motors ist in Fig. 3 mit 26 bezeichnet.

Das Statorblechpaket 18 ist innen mit einer Öffnung 27 versehen, durch welche das Lagerrohr 15 durchragt, in dem sich in der Praxis auch die Lager 14 für den Rotor befinden können.

An der Unterseite des Motors 10, bezogen auf Fig. 1, befindet sich eine Leiterplatte 29, die an Vorsprüngen 35 des Flansches befestigt ist und die, wie dargestellt, Anschlußstifte, Bauelemente und evtl. einen Hallgenerator trägt. Der Hallgenerator wäre von der Mitte der betreffenden Nutöffnung um einen Winkel entgegen der Drehrichtung 26 versetzt. Der Winkel hat bevorzugt eine Größe von etwa 0...5° el. Der Hallgenerator kann genauso wie beim DBP 23 46 380 zum Steuern der Ströme in den Wicklungen 23/24 dienen und wird vom Magnetfeld des Rotormagneten 16 gesteuert. — Die einzelnen Anschlüsse der Wicklungen sind an entsprechenden Punkten der Leiterplatte 29 festgelötet.

Das Statorblechpaket 18 hat, wie in Fig. 3 dargestellt, zehn ausgeprägte Pole 40, 41, 42, 43...49 von identischer Form, die durch Notöffnungen 84 getrennt sind, welche zu Nuten 85 führen, in die gemäß Fig. 3 der Draht so eingeführt wird, daß die Wicklungen mit ihren unterschiedlichen "Paketquerschnitten" 23, 24 sich bilden.

Fig. 3 zeigt maßstäblich in stark vergrößertem Maßstab den Verlauf des Luftspalts 19 über einer Polbreite, also über 180° el. Dieser Luftspaltverlauf ist bei allen zehn Statorpolen derselbe und wird deshalb nur für den

Statorpol 40 dargestellt.

An der Stelle 50, also in Fig. 3 auf dem rechten oberen Polhorn 51, befindet sich die Stelle kleinsten Luftspalts, und an der Stelle 52, also in Fig. 3 auf dem linken Polhorn 53, befindet sich die Stelle größten Luftspalts. Der Rotormagnet 16 ist ebenso wie beim DBP 23 46 380 etwa trapezförmig magnetisiert und hat, wie bereits erläutert, enge (magnetische) Pollücken 17 zwischen seinen Polen. Im Ruhezustand, also wenn der Motor 10 stromlos ist, stellen sich diese Lücken 17 den Stellen 52 größten Luftspalts gegenüber, wie das in Fig. 3 angedeutet ist (Nulldurchgang des Reluktanzmoments). Zwischen den Stellen 50 und 52 nimmt der Luftspalt 19 monoton zu, und zwar nimmt er, wie dargestellt, von der Stelle 50 ausgehend entgegen der Drehrichtung etwa auf der ersten Hälfte des Polbogens langsam und auf der zweiten Hälfte des Polbogens stärker zu. Dieser Verlauf ist durch die numerischen Werte gemäß Fig. 7 charakterisiert. Dieser Sektor, z. B. für den Statorpol 40, geht an der Stelle 50 etwa tangential in einen angenäherten Hüllzylinder 49 über. Diese Ausbildung hat stanztechnische Vorteile. Dieser Sektor erstreckt sich also z. B. beim Statorpol 40 von der Stelle 50 bis etwa zur Stelle 52. Die Ausbildung der anderen Statorpole ist völlig gleichartig, wie Fig. 4 klar zeigt.

In Fig. 3 ist die Stelle kleinsten Luftspalts des Statorpols 40 mit 50 bezeichnet. Man erkennt, daß von der Stelle 50 zur Stelle 52 in einem kleinen Drehwinkelbereich von etwa dem Zweifachen der Breite der Nutöffnung 84 eine starke Luftspaltzunahme in Drehrichtung erfolgt, und daß anschließend der Luftspalt 19 zunächst ebenfalls wieder stark abnimmt.

Die Form des Reluktanzmoments wird bei Motoren dieser Art in Verbindung mit trapezförmiger Rotormagnetisierung weitgehend durch die Art der Zu- und Abnahme des Luftspalts 19 bestimmt. Läuft die Pollücke 17 vom Punkt 50 zum Punkt 52, so entsteht ein starkes antreibendes Reluktanzmoment, das in Fig. 6 mit 75 bezeichnet ist. Dieses antreibende Reluktanzmoment entsteht während eines Zeitraumes, während dessen dem Rotor 16 kein elektromagnetisches Drehmoment zugeführt wird, vergleiche Fig. 6 die kurzen Lücken (Pfeile 76).

Läuft anschließend der Rotor 16 — elektromagnetisch angetrieben — weiter, so durchläuft die Pollücke 17 den Luftspaltbereich von 52 bis 50, wobei ein bremsendes Reluktanzmoment erzeugt wird, das in Fig. 6 mit 77 bezeichnet ist. Günstig ist hierbei, daß dieses bremsende Reluktanzmoment relativ gleichmäßig ist.

Man erreicht so zum einen, daß auch bei relativ starker trockener Reibung, wie sie für manche Anwendungen charakteristisch ist, z. B. für Plattenspeicherantriebe, der Rotor stets in eine richtige Startstellung kommt, die in Fig. 3 mit 52 bezeichnet ist, also der in Fig. 3 dargestellten Rotorstellung entspricht, bei der die Pollücken 17 der Statorstelle 52 gegenüberliegt.

Zum anderen ergibt sich trotz dieses Verfahrens des bremsenden Reluktanzmoments 72 ein günstiger Verlauf des Gesamtmoments, (s. 79 in Fig. 6).

Ein solcher Motor vereinigt also in sich die — an sich gegensätzlichen — Forderungen nach sicherem Anlauf bei trockener Reibung und nach einem weitgehend gleichmäßigen Gesamtmoment. Da der Anlauf naturgemäß bei niedriger Reibung um so leichter erfolgt, eignen sich erfindungsgemäße Motoren für ein großes Anwendungsspektrum, vom Gerätelüfter bis zum Magnetplattenspeicher.

Zum Erzielen eines raschen Stromanstiegs nach der Kommutierung, d. h. zum Erzielen einer "frühen" Kommutierung, kann man auch den Hallgenerator in der neutralen Zone belassen und statt dessen beim Rotormagneten die Pollücken dort etwas versetzen, wo dieser Rotormagnet den Hallgenerator steuert. Es ergibt sich dann eine kompliziertere Form der Rotormagnetisierung, aber ebenfalls eine "frühe" Kommutierung.

Fig. 7 gibt eine Auflistung von Stützpunkt-Koordinaten für die exakte Außenstatorkontur gemäß Fig. 3. In Fig. 3 sind die X- und Y-Achse eingezeichnet. Diese optimale Außenkontur für den Statorpol ergibt sich bei einem zehnpoligen Motor, zugehörig eine mechanische Polteilung von 36° mechanisch, das sind 180° el. Wie in Fig. 3 auch zu sehen, ist ein relativ kleiner Polspalt 17, der vorzugsweise zur Rotationsachse einen kleinen Winkel in seiner axialen Erstreckung bildet, vorgesehen. Der Luftspaltdurchmesser des Motors ist, wie Fig. 4 in natürlicher Größe zeigt, etwa 75 mm.

Im Falle dieses Ausführungsbeispiels mit zehn Statorpolen ist das günstig, weil die Ausnutzung der Statorwicklung (aktives Kupfer) relativ gut ist, da die Polzahl groß ist. Der Motor sollte im Bereich zwischen 8 und 12 Polen bei etwa 1500 U/min betrieben werden, weil bei höherer Drehzahl und bei großer Polzahl andererseits die Wirbelstromverluste und die Geräuschempfindlichkeit des Motors zunehmen.

Es hat sich als günstig erwiesen, daß im Bereich 1000 bis 1500 U/min der Motor 8- bis 12-, vorzugsweise 10polig ausgebildet werden kann, während beim Betrieb von ca. 2000 U/min, also etwa zwischen 1500 und 2200 U/min, die Polzahl 4 bis 8, vorzugsweise 6 sein sollte, weil dann auch noch eine gute Kupferausnutzung gegeben ist (kleine Wickelköpfe), jedoch eine noch höhere Drehzahl eine höhere Betriebsfrequenz und größere Geräuschempfindlichkeit bedeutete, so daß man deshalb die Polzahl niedriger legt.

Bei höherer Polzahl kann man eine gegenüber der Standardblechdicke 0,5 mm reduzierte Blechstärke von 0,35 mm verwenden, damit die Eisenverluste verringert sind. Diese besondere Eisenblechstärke ist wohl im Falle eines 6poligen Motors noch nicht notwendig.

Wie Fig. 3/4 anschaulich zeigt, sind die Mittellinien der Statorpolkerne gegen die Drehrichtung aus der Radialen geneigt, hier um einen Winkel von 4° mechanisch. Die hochpolige Anordnung erlaubt auch, z. B. hier die 10polige, einen sehr großen Lagerraum, weil die Jochdicke sehr klein gehalten werden kann; die Jochdicke ist etwa gleich groß wie die Statorpolhornstärke, so daß der Innendurchmesser des Statorblechpaketes etwa den halben Durchmesser aufweist wie der Luftspaltdurchmesser, was eine sehr hochwertige Lagerung ermöglicht.

Fig. 8 zeigt die Gegen-EMK 80, d. h. die wicklungsinduzierte Spannung bei Rotation ohne Erregung, und ist ein Abbild der wirksamen Rotormagnetisierung, wie sie von der Wicklung aufgenommen wird. Diese sollte auch möglichst trapezförmig sein, nicht nur die Rotormagnetisierung selbst. Die Fig. 8 zeigt, daß diese Back-EMF relativ gut schon trapezförmig gestaltet ist, das hängt mit der Verdickung des linken Statorpolhorns gemäß Fig. 3 zusammen. Bei gleicher radialer Dicke des linken und rechten Statorpolhorns würde das Dach der Back-EMF 81 stärker geschrägt sein. Das ist für das elektromotorische Verhalten an sich weniger günstig. Andererseits ergibt sich eine gewisse Neigung durch den veränderten Luftspalt unvermeidlich.

Durch die Verdickung des linken Statorpols 53 ergibt

sich ein radial kürzerer, aber umfangsmäßig breiterer Raum für das Leiterpaket 23, und durch die Schrägung des Stiels des T-förmigen Hammerstatorpols wird unter dem dünneren Pol 51 der radiale Raum für das Leiterpaket 24 größer, und in Umfangrichtung wird der Raum bis zur Polteilungsgrenze umfangsmäßig enger. Die "Pakete" 23/24 gehören jeweils zu ein und derselben konzentrierten Statorpolwicklung, hier z. B. für den Pol 40 (Fig. 3).

In den Fig. 1, 2 und 5 ist die Umspülung des Wicklungspaketes 18 der Lager 14, des Magneten 16, der motorinternen Elektronik, des Flansches 65 und des Lagerrohres durch einen erzwungenen Luftstrom dargestellt. So wird eine intensive Kühlung der elektronischen Bauteile, eine höhere Lebensdauer, größere Leistungsreserven und eine bessere Motorausnutzung erreicht.

Am Außenläufermotor ist ein Lüfterrad 60 (axial und radial) am Rotorglockenboden 61 befestigt.

Am Rotorboden 61 sind entsprechende Durchbrüche 62 angebracht. Eine weitere Öffnung ist im Luftspalt zwischen Rotorglocke 11 und Flansch 65, gegebenenfalls mit Zusatzdurchbrüchen am Flansch 65 oder am Glockenmantel.

Die Montage des Lüfterrades 60 wird mittels Schnappverbindungen, Preßpassung oder Klebung vorgenommen. Die Ausführung des Lüfterrades ist vorzugsweise so, daß zwei Stellungen realisierbar sind, wobei in einer ersten Stellung der Rotorglockenboden 61 geschlossen und in einer zweiten Stellung geöffnet ist (s. Fig. 1, 2 und 5). Zudem führt dies zur Realisierung einer Verdrehssicherung.

Weitere Funktionen des Lüfterrades werden erreicht durch:

- Vertiefungen (Taschen) zur Einbringung von Wuchtmaterial,
- hervorstehende Zapfen, Fahnen etc., die zum Auswuchten abgeklipst werden können,
- Rastnasen 93, die eine Anschlagfläche 95 für die Magnetringmontage 16 bilden für eine definierte axiale Magnetringposition im Außenrotortopf.

Die Wicklung 23/24, die Lager 14 und die Leistungshalbleiter sind auf einem thermisch gut leitenden Material zur Vergrößerung der Kühlfläche angeordnet. Dadurch wird gute Wärmeableitung bewirkt, deren Realisation durch das integrierte Flansch-Lagerrohr-System geschieht.

Die Kühlwirkung wird noch verstärkt, wenn ein Hauptlüfterrad 90 (als Axial- oder Radiallüfter ausgebildet ist und entsprechend den gestrichelten Pfeilen 96, 97 Strömungen ausbildet), auf den Rotormantel 11 aufgezogen wird. Im Betrieb stellt sich dann im Einsaugbereich 99 (Umgebung Rotorboden) ein starker Unterdruck ein. Dies führt zu einer effektiven Unterstützung und somit Vergrößerung des motorinternen Volumens, so daß sich bei dieser Kombination erstaunlich niedrigere Lager-, Wicklungs-, Magnet- und Leistungshalbleitertemperaturen ergeben.

Patentansprüche

1. Außenläufermotor, insbesondere zweipulsiger kollektorloser Gleichstrommotor (10) mit einem etwa zylindrischen Luftspalt, mit einem permanentmagnetischen Außenrotor (11, 16), dessen Magnetisierung etwa trapezförmig ist und schmale Lücken (17) der Magnetisierung

zwischen Polen aufweist, mit Mitteln zur Drehstellungserkennung, die im Bereich ein Wechselfeld und damit ein Lücken aufweisendes elektromagnetisches Antriebsmoment über die sie erzeugende Wicklung (23, 24) steuern,

und mit einem zur Erzeugung eines Reluktanzmoments über dem Drehwinkel unterschiedlichen magnetisch wirksamen Luftspalt zwischen dem Außenumfang der T-förmigen Statorpole (18) und dem ihm gegenüberliegenden Umfang des Rotors (16), welcher Luftspalt, in Drehrichtung (26) gesehen, zu- und abnimmt, wobei sich an beiden Enden eines Statorpolbogens (τ_p) je eine Nut (44) befindet, die sich zum Luftspalt (19) hin öffnet, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittellinie des Statorpolkerns (Stiel des Hammers) zur Radialen zur Drehachse geneigt ist.

2. Außenläufermotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittellinie eine Gerade ist und mit der Radialen einen Winkel von 3 bis 10°, vorzugsweise 4 bis 5°, bildet.

Außenläufermotor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die gerade Mittellinie senkrecht zu den Unterflanken der Statorpolhörner liegt, wobei diese Statorpolhörner in Drehrichtung sich vorzugsweise in ihrer radialen Dicke verringern.

4. Außenläufermotor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß beim Blick auf die Drehrichtung im Uhrzeigersinn betrachtet das linke Statorpolhorn dicker als das rechte ist, vorzugsweise beide Statorpolhörner je eine zur mittleren Gerade im wesentlichen senkrecht verlaufende Unterfläche (zwischen den Rundungen zum Statorpolende und zur inneren Nutwand hin) aufweist, wobei die Verringerung vorzugsweise 10 bis 30, insbesondere 20% beträgt (bezogen auf die mittlere radiale Dicke der Polhörner).

5. Außenläufermotor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Motor vier- bis achtpolig, vorzugsweise sechspolig ausgebildet ist und vorzugsweise bei etwa 2000 U/min betrieben wird.

6. Außenläufermotor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Motor vier- bis zwölfpolig ausgebildet ist und zugehörig etwa einen Stellbereich von 6000 U/min bis 1000 U/min aufweist.

7. Außenläufermotor, insbesondere nach einem der Ansprüche 1—6, dadurch gekennzeichnet, daß er auf seiner radialen Rotorausfläche ein axial oder radial förderndes Hauptlüfterrad (90) aufweist, wobei im Stirnbereich des Rotors (Eingangsseite) Auströmmöffnungen (62) vorgesehen sind, die vorzugsweise mit einem äußeren Hilfslüfterrad (60) zusammenwirken.

8. Außenläufermotor nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der glockenförmige Außenrotor (11) im Boden (61) mehrere, vorzugsweise drei, Öffnungen (62) aufweist, die mit einem außen am Boden (61) axial vorgesetzten Laufrad (60) (vorzugsweise Radiallaufrad) zusammenwirken.

9. Außenläufermotor nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Laufrad (60) mehrere, vorzugsweise drei, mit im wesentlichen etwa radial gerichteten Begrenzungswänden (63) versehene Kammern (64) aufweist.

10. Außenläufermotor nach Anspruch 9, dadurch

gekennzeichnet, daß die Kammern (64) nur zu den Öffnungen (62) im Boden (61) und zu ihrem Außen-Umfang jeweils offen sind.

11. Außenläufermotor nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Kammern (64) bei axialer Sicht etwa sektorförmige Gestalt haben und ihre radiale Erstreckung wesentlich länger ist als ihre axiale.

12. Außenläufermotor nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Rotorboden (61) axial gegenüberliegenden Flansch (65) Durchströmungsöffnungen (66) und/oder im Bereich des Rotorrandes Einstromöffnungen (Spalt 67) vorgesehen sind.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

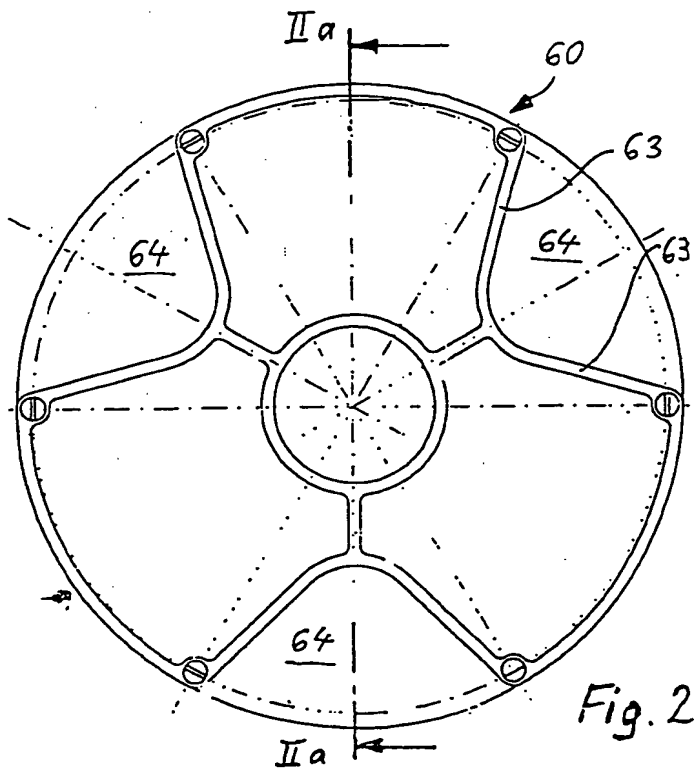
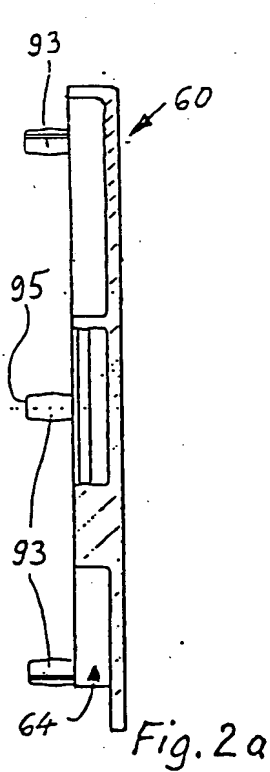
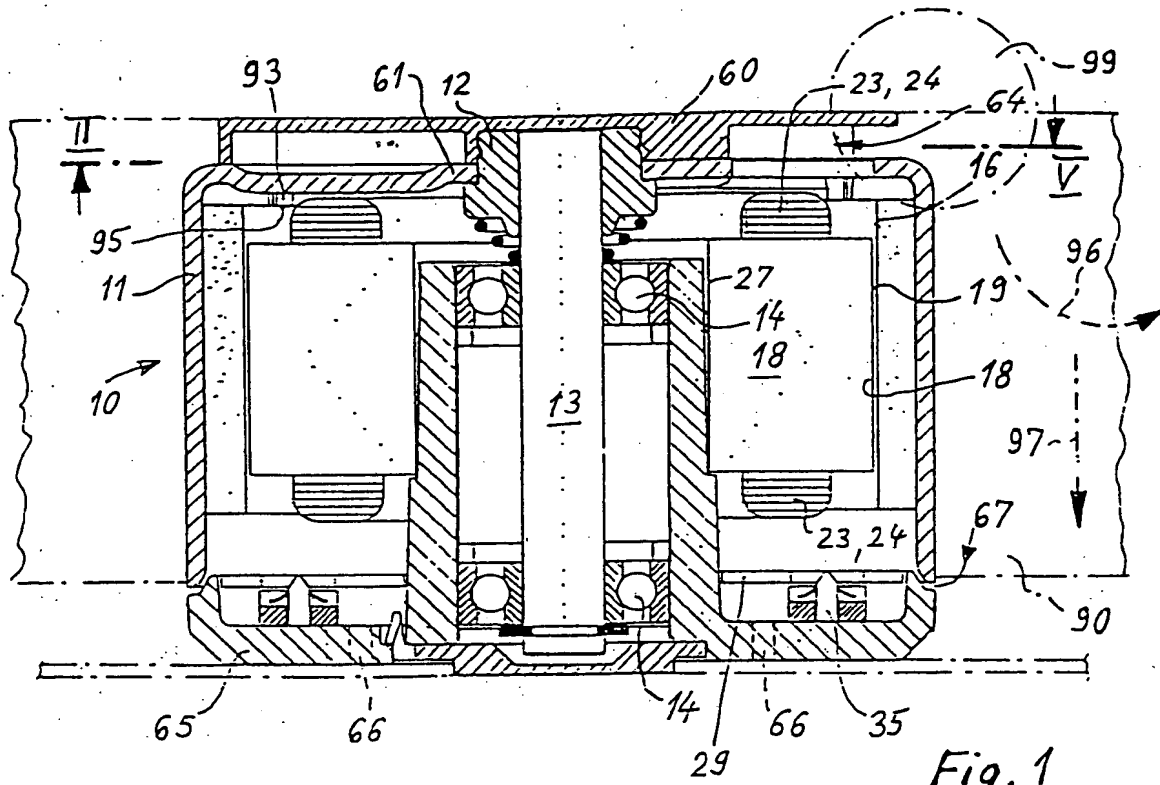
50

55

60

65

- Leerseite -



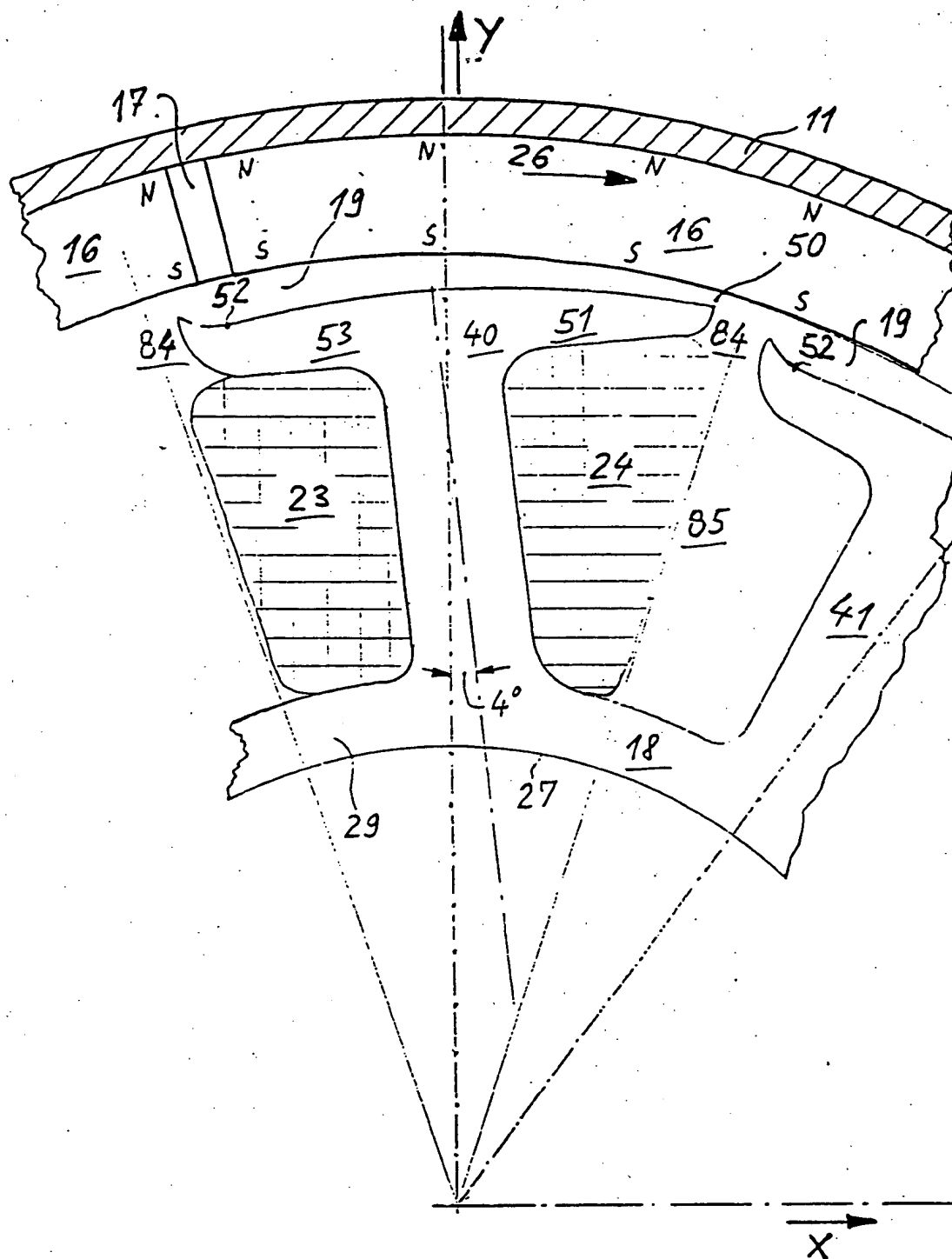
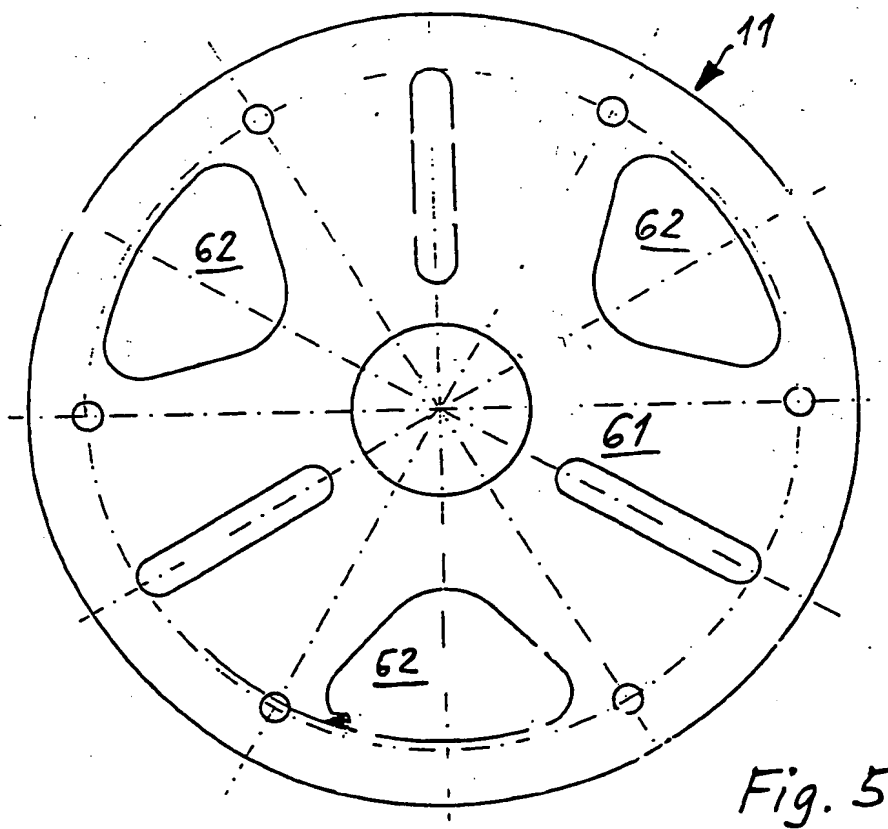
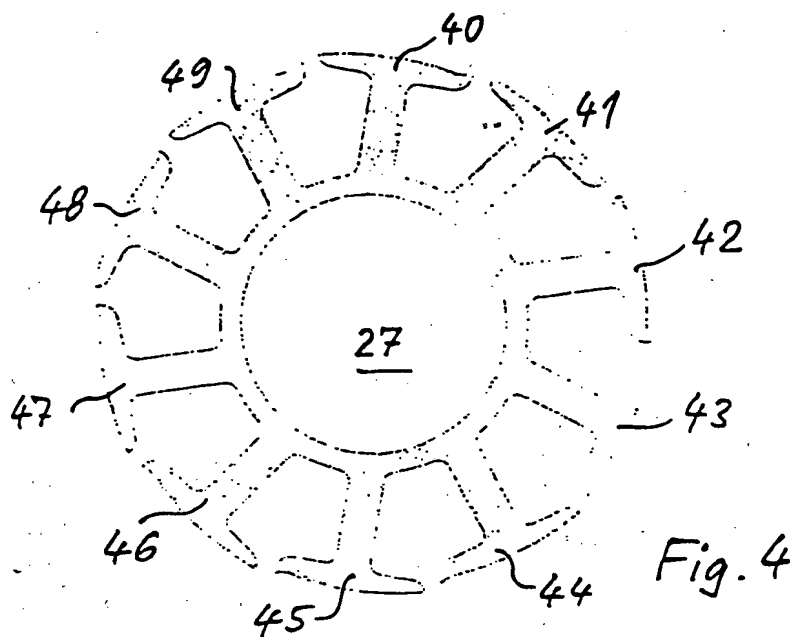


Fig. 3



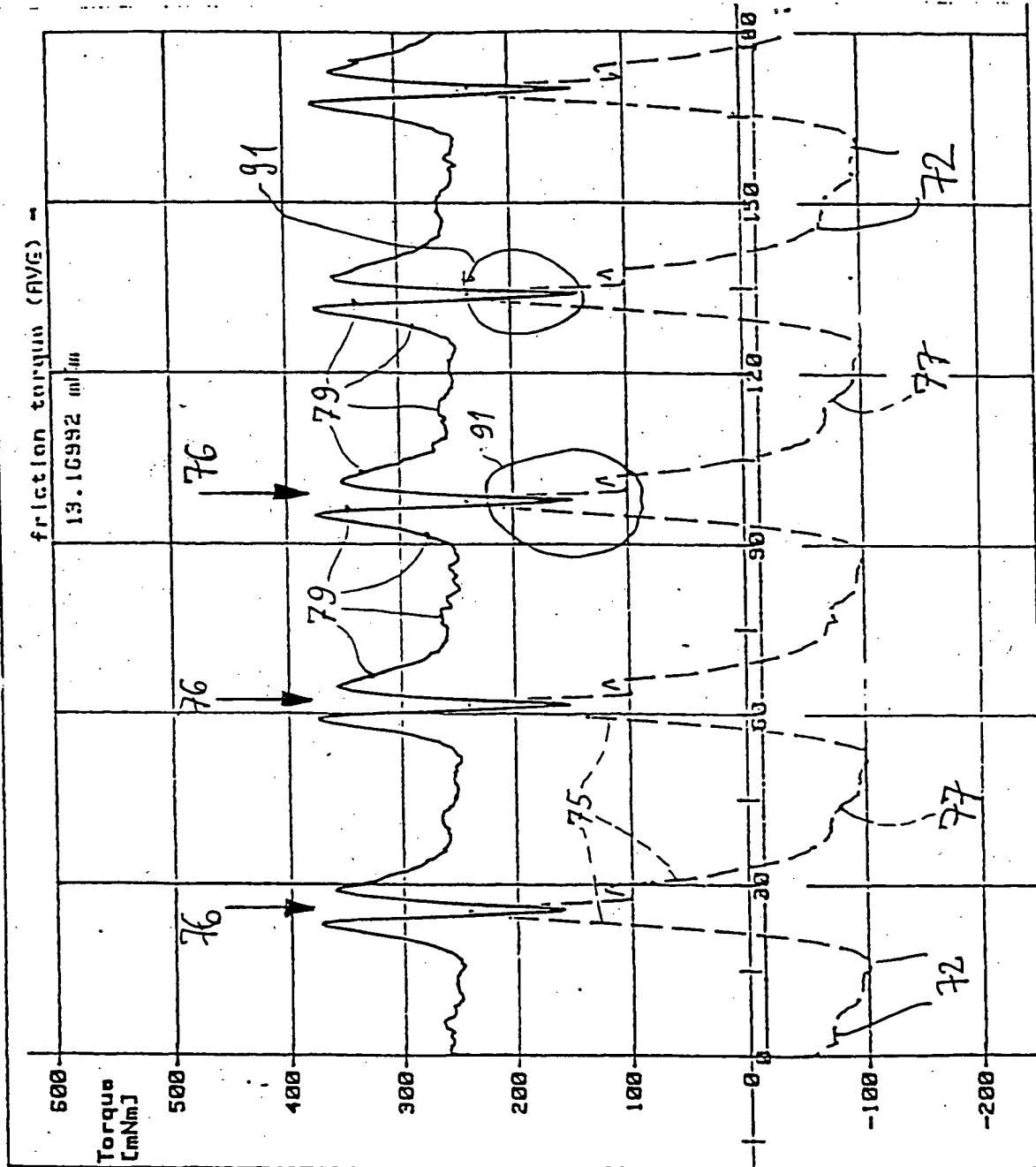


Fig. 6

Koordinaten für die Außen-Kontur

Stützpunkt 1	X-Koord=-10.455	Y-Koord= 36.221
Stützpunkt 2	X-Koord=-10.142	Y-Koord= 36.082
Stützpunkt 3	X-Koord=-9.9185	Y-Koord= 36.009
Stützpunkt 4	X-Koord=-9.6229	Y-Koord= 35.913
Stützpunkt 5	X-Koord=-9.2014	Y-Koord= 35.889
Stützpunkt 6	X-Koord=-8.6956	Y-Koord= 35.943
Stützpunkt 7	X-Koord=-8.0648	Y-Koord= 36.08
Stützpunkt 8	X-Koord=-7.3133	Y-Koord= 36.27
Stützpunkt 9	X-Koord=-6.4956	Y-Koord= 36.466
Stützpunkt 10	X-Koord=-5.4197	Y-Koord= 36.702
Stützpunkt 11	X-Koord=-3.5664	Y-Koord= 37.039
Stützpunkt 12	X-Koord=-1.5632	Y-Koord= 37.297
Stützpunkt 13	X-Koord= 3.0147	Y-Koord= 37.469
Stützpunkt 14	X-Koord= 6.9662	Y-Koord= 37.224
Stützpunkt 15	X-Koord= 8.2851	Y-Koord= 37.065
Stützpunkt 16	X-Koord= 9.537	Y-Koord= 36.877
Stützpunkt 17	X-Koord= 10.593	Y-Koord= 36.702

Fig. 7

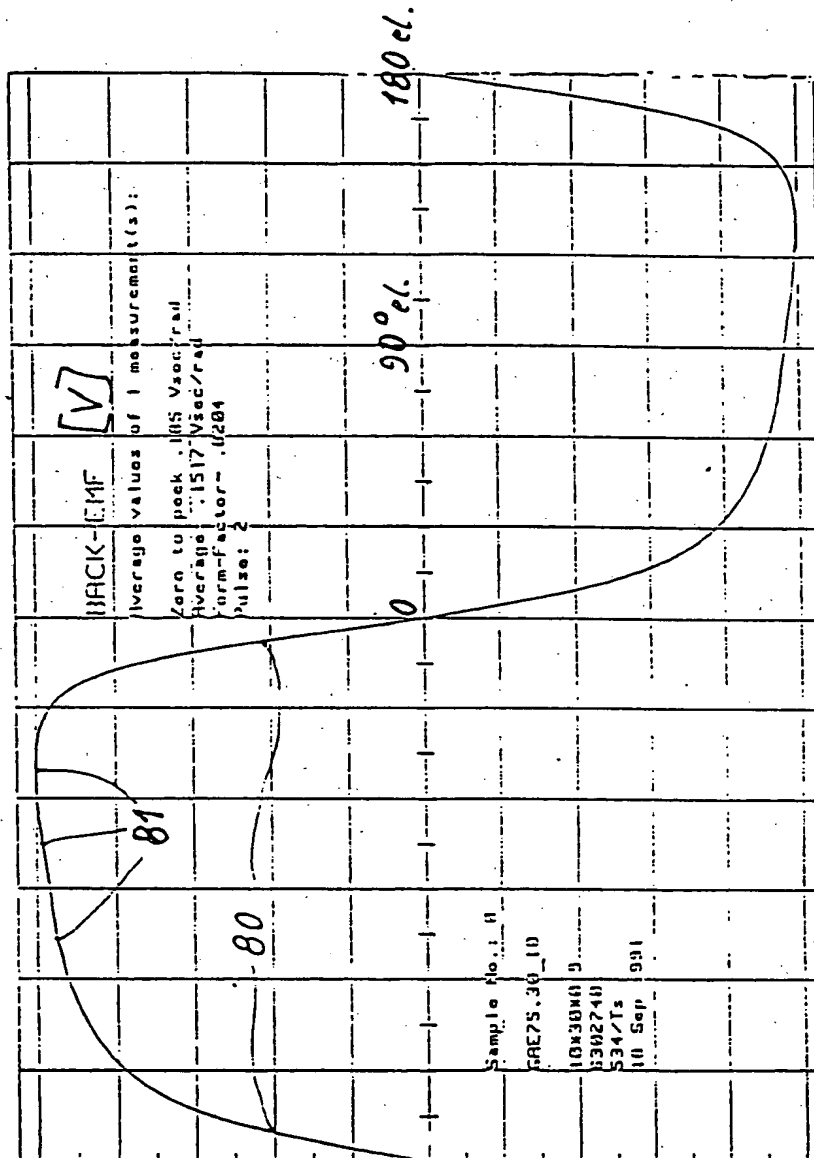


Fig. 8